

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОДІЇ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСОРІВ ТА ПРОГРАМНО-АПАРATНОЇ ПЛАТФОРМИ CUDA

*Реутська Ю. Ю., ст. викл., Боярінова Ю. Є., к.т.н., доцент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна*

Потужним способом підвищення ефективності функціонування сучасних радіолокаційних станцій є спеціалізована паралельна цифрова обробка сигналів (ЦОС). Ускладнення функцій паралельної ЦОС вирішується, головним чином, за рахунок пристроїв цифрової техніки. Це дозволяє підвищити надійність і продуктивність (швидкодію) системи, знизити вартість. В [1] був проведений аналіз трьох основних методів реалізації ЦОС — на центральних процесорах (ЦП), цифрових сигнальних процесорах та графічних процесорах (ГП, англ. GPU). Було реалізовано три алгоритми з паралельним виконанням: множення матриць, порівняння за значенням в матриці та перетворення Фур'є, які є складовими для реалізації задач в радіолокації. Тестування запропонованих алгоритмів проводилась з числами з плаваючою точкою одинарної точності для матриць різних розмірів. Результати показали, що з трьох обраних пристроїв за швидкодією найефективнішим є ГП.

Особлива потреба в імітаційному моделюванні ЦОС радіолокаційного сигналу для вирішення радіолокаційних задач виникає у разі оцінки роботи радіолокаційної станції (РЛС) в заводській обстановці. В [2] представлені етапи моделювання цифрової обробки радіолокаційного сигналу, який відбитий від цілей на фоні адитивних флуктуаційних та пасивних завад. За основу була обрана імпульсно-доплерівська РЛС. Модель була реалізована в середовищі MatLab, перша частина якої дозволяла отримати радіолокаційний сигнал, а друга — побудувати та дослідити тракт сигнальної обробки, результатом якої є виявлення цілей та їх параметрів.

Моделювання дозволило проаналізувати та наочно оцінити всі етапи цифрової обробки радіолокаційного сигналу. Це стало основою для реалізації паралельної цифрової обробки в середовищі Visual Studio з використанням ГП та програмно-апаратної платформи CUDA.

З відкриттям доступу до компілятора нової мови CUDA C спростилося програмування ГП для обчислень загального призначення. Основними перевагами технології CUDA є: простота — усі програми пишуться "розширеною" мовою C; наявність документації; набір готових інструментів, що включають профайлер (налагоджувач, який показує структуру виконання програми); набір готових бібліотек; багатоплатформність (підтримуються

Microsoft Windows, Linux і Mac OS X) [3].

Базові етапи програмування з використанням CUDA складаються з таких дій: виділення пам'яті на ГП; копіювання даних з пам'яті ЦП у виділену пам'ять ГП; запуск ядра (чи послідовний запуск декількох ядер); копіювання результатів обчислень назад в пам'ять ЦП; звільнення виділеної пам'яті ЦП.

Ядра ГП створені для швидкого виконання великої кількості потоків інструкцій, що паралельно виконуються, підтримується більше тисячі потоків на кожен мультипроцесор, яких в чіпі кілька штук. І якщо перемикання з одного потоку на інший для центрального процесора коштує сотні тактів, то ГП переключає кілька потоків за один такт [3].

Ієрархія потоків, що запущені на виконання в ГП, представлена на рис.

1. Верхній рівень ієрархії — сітка (англ., grid) відповідає усім потокам (англ., thread), що виконує відповідне ядро. Вона представляє собою одновимірний або двовірний масив блоків (англ., block), а кожен блок — це одновимірний, двовірний або тривірний масив потоків. При цьому усі блоки, що утворюють сітку, мають однакову розмірність і розмір.

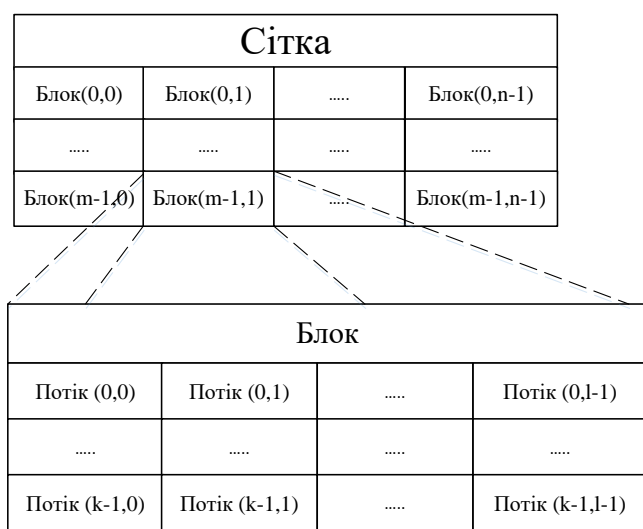


Рис. 1. Ієрархія потоків в CUDA

Кожен блок в сітці має свою адресу, що складається з одного або двох додатних цілих чисел (індекс блоку в сітці). Кожний потік усередині блоку також має свою адресу — одно, два або три додатних цілих числа, які задають індекс потоку усередині блоку. Однозначне визначення ядром номеру потоку здійснюється завдяки змінним, що є тривірним цілочисловим вектором. Відповідне розділення усіх потоків сформу-

вало загальний прийом використання CUDA, де початкова задача розбивається на набір окремих підзадач, що вирішуються незалежно одна від одної, і кожній такій підзадачі відповідає свій блок потоків, який її вирішує. Для реалізації роботи з платформою CUDA пропонується використання бібліотеки Cudafy.NET, яка є набором бібліотек, які дозволяють написання додатків NVIDIA CUDA з Microsoft NET Framework.

Радіолокаційний сигнал, який було отримано з середовища Matlab, представляє собою матрицю. Для паралельної обробки сигналу були розроблені основні алгоритми, які необхідні для реалізації даної радіотехнічної задачі на ГП:

1. Перетворення матриці у вектор.
2. Повернення масиву комплексно-сполучених значень в векторі.

3. Ділення вектору комплексних значень на комплексне значення.
4. Ділення матриці комплексних значень на комплексне значення.
5. Множення матриці комплексних значень на комплексне значення.
6. Множення вектору комплексних значень на матрицю комплексних значень.
7. Трансформування матриці комплексних значень.
8. Добуток матриці комплексних значень на матрицю комплексно-сполучених значень.
9. Додавання рядків в матриці комплексних значень.
10. Множення вектору комплексних значень на вектор комплексних значень.

Перелік посилань

1. Реутська Ю. Ю. Підвищення ефективності цифрової обробки сигналів в радіотехнічних системах. Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи», Київ, 14 – 20 березня 2016 р.: матеріали конференції — Київ, 2016. — 233 с. — с. 41 – 43.
2. Реутська Ю. Ю. Моделювання цифрової обробки радіолокаційного сигналу імпульсно-доплерівського радару, який працює в завадовій обстановці. Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи», Київ, 16 – 22 березня 2015 р.: матеріали конференції — Київ, 2015. — 286 с. — с. 184 – 186.
3. Боресков А. В. Основы работы с технологией CUDA. / А. В Боресков, А. А Харламов. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 232 с.

Анотація

З метою покращення ефективності паралельної цифрової обробки радіотехнічного сигналу в радіолокаторі для знаходження цілей та їх параметрів було запропоновано використання графічних процесорів та програмно-апаратної платформи CUDA. Були визначені та розроблені основні алгоритми для реалізації даної радіотехнічної задачі.

Ключові слова: паралельна цифрова обробка сигналів, радіолокатор, графічний процесор.

Аннотация

С целью повышения эффективности параллельной цифровой обработки радиотехнического сигнала в радиолокаторе для нахождения целей и их параметров было предложено использование графических процессоров и программно-аппаратной платформы CUDA. Были определены и разработаны основные алгоритмы для реализации данной радиотехнической задачи.

Ключевые слова: параллельная цифровая обработка сигналов, радиолокатор, графический процессор.

Abstract

In order to increase the efficiency of the parallel radar digital signal processing to find the targets and their parameters the use of GPU and CUDA software and hardware platform it was suggested. Basic algorithms for the realization of the radar problems have been identified and developed.

Keywords: parallel digital signal processing, radar, graphics processing unit, GPU.